

自然エネルギー等を有効利用した木材乾燥に関する研究

2004年度～2006年度

山本勝洋・山本高也*・大林育志

要 旨

スギ材の乾燥の前処理として、環状剥皮を行い高品質な低コスト乾燥技術の開発に取り組んだ。その結果、4 mの環状剥皮は葉枯らしに比べ効果は認められなかったものの、含水率の低下およびバラツキが小さく、特に辺材部で顕著であった。また、0.5～1 mの環状剥皮では前処理としての効果はないと示唆された。各処理材の10.5 cm正角材での人工乾燥による繊維飽和点までの乾燥は、4 mの環状剥皮で無処理より2～3日短く、葉枯らしより4日程度長くなった。人工乾燥後に天然乾燥の材面割れ長さは、天然乾燥のみに比べて短かった。

I はじめに

近年、住宅建築現場では工期の短縮や施工後の材の収縮や狂いなどの問題から、乾燥材の利用が不可欠となっている。スギは高含水率で個体間の含水率のバラツキが大きいことから、乾燥経費が割高となり、需要低迷の原因となっている。そこで、乾燥の前処理として生立木段階で環状剥皮処理を行い、人工・天然乾燥を組み合わせた高品質な低コスト乾燥技術の開発に取り組んだ。

II 方法

1. 環状剥皮による含水率の低下

2004年に当センター試験林と2005年豊田市(旧足助町)のスギ人工林で表-1に示すとおり、環状剥皮処理を行った。地際から高さ0.5mの位置で上部に0.5m、1m、2mおよび4mの高さま

で剥皮した(以下環0.5、環1、環2、環4)。対照は、葉枯らしと生立木状態(以下、無処理)とし、葉枯らしは地際から0.2m高で伐倒した。含水率の測定は地際から0.5mと4.5mで、それぞれ成長錐で試片を採取し、辺材、心材に区分し全乾法により求めた。測定時期は、2004年は1ヶ月毎、2005年は2ヶ月毎に行うとともに、害虫による被害状況を目視により調査した。処理期間終了後に各処理木とも地際から0.55mと4.55mで厚さ3cmの円盤を採取した。円盤は、辺材、心材に区分し全乾法により含水率を求めた。

2. 各種乾燥法連係の検討

2005年に豊田市で行った9月処理材42本を処理期間終了後に10.5cm正角材に製材した。材は3mとモニター材の1mに鋸断し、各々重量を測定した。3m材は実大材の人工乾燥と天然乾燥の組合

表-1 試験地の概況と処理方法

試験地	標高(m)	地形	林齢(年)	樹高(m)	胸高直径(cm)	処理時期	処理期間	処理方法
試験林	300~325	中腹の 平衡緩斜面	35~43	15~20	20~29	2004. 6 2004. 11	5ヶ月間 5ヶ月間	環0.5・環4 環0.5・環4
豊田市	690	沢筋の 平坦地	23	15~20	24~28	2005. 5 2005. 9	9ヶ月間 9ヶ月間	環0.5・環1・環2・環4 環0.5・環1・環2・環4

Katsuhiro YAMAMOTO, Takaya YAMAMOTO, Yasuyuki OBAYASHI: Wood drying by natural energy

* 現新城設楽農林水産事務所

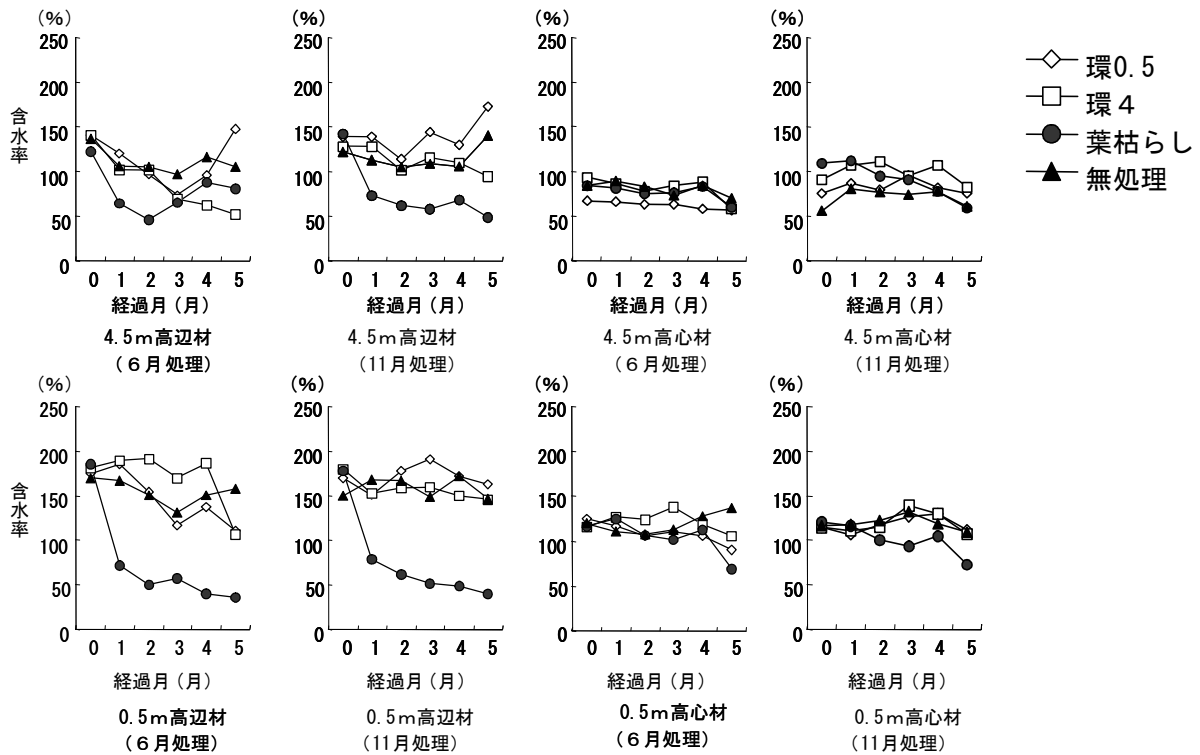
せ（以下、人天乾燥）および天然乾燥に供した。人工乾燥は乾球温度65℃、湿球温度60℃定置運転で行った。含水率は毎日、モニター材の重量測定から含水率を求め、環状剥皮材の含水率が繊維飽和点に低下するまで乾燥を行った。人工乾燥後に実大材の重量と材面割れを測定した。その後、屋外で積積みし天然乾燥を行い、3ヶ月後、6ヶ月後の重量と材面割れ長さを測定した。天然乾燥は3ヶ月後、6ヶ月後の重量と材面割れ長さを測定した。材面割れは4面をクラックスケールを用いて0.1mm単位で割れ幅を測定するとともに、木口から50cm間隔で0～50cm、50～100cm、100～150cm、150～200cm、200～250cmおよび250～300cmに区分し測定した。区分毎の発生率は、全発生数に対する区分毎の発生数の割合で求めた。正角材の半径方向と軸方向の水分傾斜を各処理とも6ヶ月後に測定した。水分傾斜は木口から5、75、150、225、295cmで厚さ2cmの試片を採取し、各試片を対角線で4つに分割後、中心から3等分し、内層、中層、外層に区分して全乾法により含水率を求めた。

Ⅲ 結果と考察

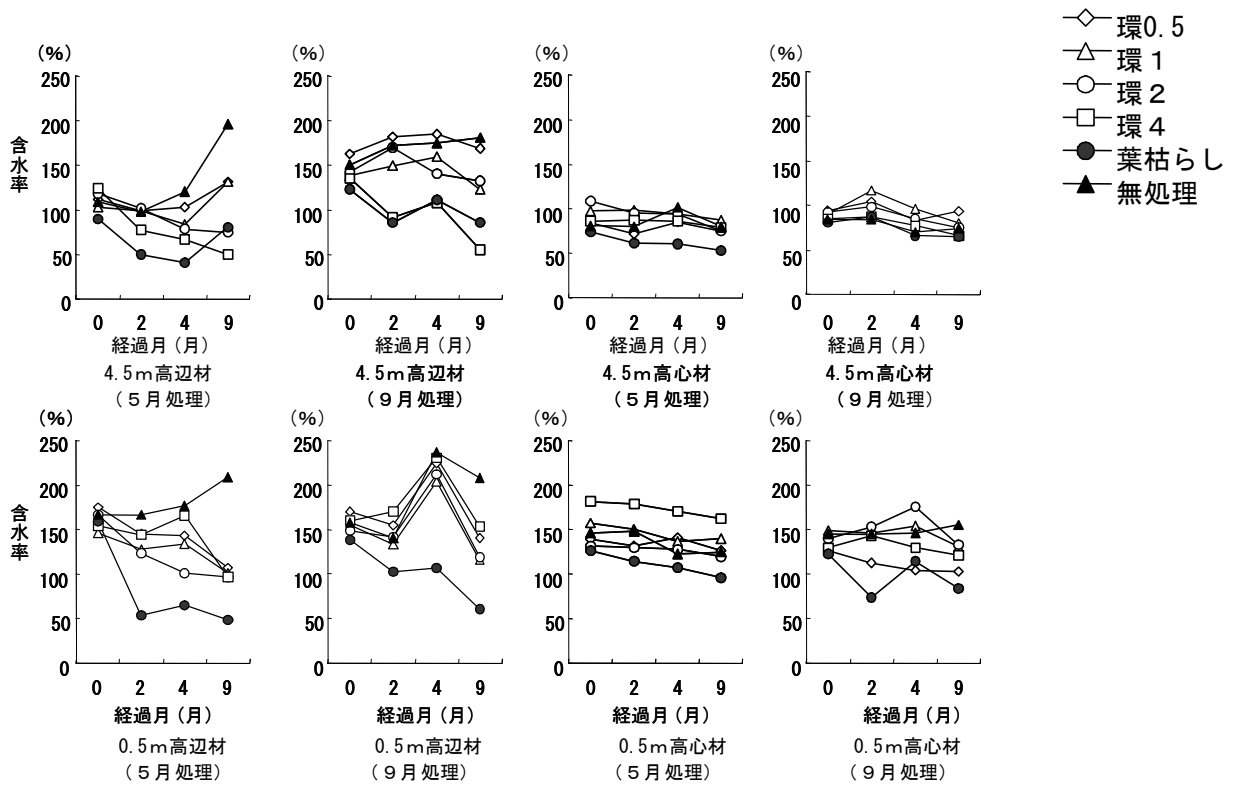
1. 環状剥皮による含水率の低下

試験林と豊田市の処理別含水率の推移を図-1に、当初と処理後の含水率差を表-2に、豊田市における環状剥皮の当初含水率と処理終了後の含水率の範囲および標準偏差を表-3に示す。辺材の含水率推移は、試験林の環0.5で処理時期に関係なく0.5m高で低下傾向を示したが、4.5m高では低下しなかった。また、処理終了後の標準偏差は大きくなった。一方、環4は処理時期に関係なく0.5m高と4.5m高ともに徐々に低下し、処理終了後の標準偏差も小さくなった。豊田市では試験林と同様な含水率の低下傾向が認められ、環1と環

2は環0.5より低下し、剥皮の高さが高いほどより低下した。特に、環4は4.5m高では葉枯らしより低下した。環2と環4は、無処理に対して有意に低下したが、環0.5と環1は有意差が認められなかった。5月処理の辺材の標準偏差は、環0.5、環1、環2、環4の全てで処理終了後に小さくなり、含水率の範囲も小さくなった。9月処理の辺材も、5月処理同様であった。心材は、両試験地ともに処理時期と処理方法に関係なく無処理より低下する傾向が認められたが、辺材と比べると僅かな低下であった。処理終了後の標準偏差は、環0.5、環1、環2および環4ともに無処理との差は認められなかった。一方、葉枯らしの辺材は、両試験地ともに処理時期に関係なく環状剥皮よりも短期間で急激に低下し、標準偏差は環4よりも小さくなった。心材は両試験地ともに環状剥皮と無処理より低下し、試験林の6月処理では0.5m高で、11月処理では0.5m高と4.5m高で有意差が認められた。また、豊田市では9月処理の4.5m高で有意差が認められた。試験林と豊田市の環状剥皮と葉枯らしの虫害等の被害は、試験林では6月、豊田市では5月に処理した環状剥皮で写真-1に示すとおりに、ハンノキクイムシの被害が確認された。しかし、害虫による被害材は、製材後の材面では被害痕は確認されなかった。一方、試験林の11月と豊田市の9月では、害虫による被害は確認されなかった。これらのことから、環4は葉枯らしに比べ含水率の低下は小さいものの、辺材の含水率低下や当初含水率のバラツキが小さくなる効果が認められた。心材も含水率が無処理より低下するため乾燥の前処理としての有効性が示唆された。また、環状剥皮は2m以上の剥皮で辺材部の含水率を低下させる効果があったが、0.5～1mの剥皮では効果はないと推察された。心材の含水率低下



試験林



豊田市

図一 1 処理別含水率低下

は9ヶ月程度の処理期間では、辺材に比べ僅かであるが斉藤（1991）は、葉枯らし処理を長期間行うことで心材の含水率も低下すると報告していることから、環状剥皮と葉枯らしの処理期間を9ヶ月より長く行うことで心材の含水率も低下すると

表-2 当初と処理後の含水率差

試験地	辺・心材別	含水率測定部位	処理月	含水率差(当初-処理終了後)					
				無処理	環0.5	環1	環2	環4	葉枯らし
				含水率差:ポイント					
試験林	辺材	0.5m高	6	12	64*	-	-	75*	150*
			11	4	8-	-	-	38*	134*
	4.5m高	6	31	-7-	-	-	90*	42*	
		11	-18	-33-	-	-	33*	93*	
	心材	0.5m高	6	-18	35-	-	-	10-	48*
			11	7	2-	-	-	7-	47*
4.5m高	6	14	10-	-	-	35-	25-		
	11	-5	-1-	-	-	8-	50*		
豊田市	辺材	0.5m高	5	-42	68*	46*	70*	58*	111*
			9	-39	30*	38*	30*	5*	79*
	4.5m高	5	-88	-19-	-28-	44*	74*	8*	
		9	-33	-5-	14-	10*	80*	37*	
	心材	0.5m高	5	21	13-	17-	12-	19-	30-
			9	15	23-	19-	7-	9-	38-
4.5m高	5	1	9-	10-	33-	6-	20*		
	9	8	1-	10-	17-	18-	16-		

*: 無処理に対し5%水準で有意

表-3 当初と処理後の含水率範囲と標準偏差

処理月	辺・心材別	処理区分	含水率: %			
			当初含水率	標準偏差	処理終了後含水率	標準偏差
5	辺材	環0.5	134 ~ 191	29	104 ~ 132	14
		環1	107 ~ 163	22	101 ~ 144	23
		環2	107 ~ 167	26	82 ~ 96	6
		環4	107 ~ 161	22	62 ~ 105	16
		葉枯らし	101 ~ 96	19	45 ~ 54	4
		無処理	117 ~ 170	24	181 ~ 238	27
		9	辺材	環0.5	149 ~ 183	15
環1	120 ~ 188	26		99 ~ 141	19	
環2	130 ~ 164	12		98 ~ 147	20	
環4	113 ~ 192	30		97 ~ 128	12	
葉枯らし	104 ~ 155	17		56 ~ 87	13	
無処理	115 ~ 167	19		146 ~ 214	25	
5	心材	環0.5		49 ~ 147	45	50 ~ 134
環1		69 ~ 164	37	66 ~ 156	33	
環2		78 ~ 157	34	66 ~ 149	35	
環4		91 ~ 187	41	76 ~ 174	43	
葉枯らし		63 ~ 181	46	66 ~ 149	35	
無処理		79 ~ 187	48	90 ~ 164	36	
9		心材	環0.5	66 ~ 158	40	73 ~ 135
環1	75 ~ 183		41	65 ~ 183	43	
環2	75 ~ 158		29	82 ~ 143	22	
環4	70 ~ 169		37	67 ~ 139	32	
葉枯らし	63 ~ 147		35	57 ~ 122	25	
無処理	87 ~ 206		46	79 ~ 192	44	



写真-1 ハンノキクイムシ(右)による被害(左)

示唆された。また、環状剥皮の処理時期は、害虫による被害および剥皮作業の効率（宮田，2005）から、9～10月上旬が最適な時期と考えられた。

2. 各種乾燥法連係の検討

2004年と2005年処理材の処理期間終了後の丸太と製材後の含水率を図-2に示す。処理期間終了後と製材後の含水率はともに、両年とも環状剥皮の全てで無処理より低く、剥皮の高さが高いほど低かったが、葉枯らしと比べ含水率は高かった。また、製材後の含水率は処理間で小さくなった。これは、環状剥皮と葉枯らしによる処理効果が大きい辺材が製材によって除去され、各処理間の含水率差の小さい心材が多く残ったことが要因であると推察された。

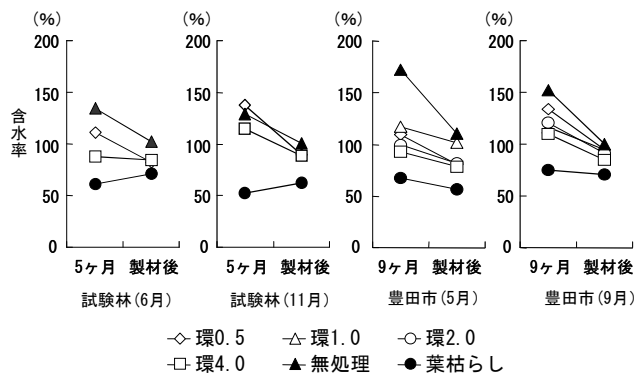


図-2 処理後と製材後の含水率の関係

2005年9月処理材の人天乾燥と天然乾燥による含水率低下を図-3に示す。モニター材が繊維飽和点に達した日数は、葉枯らしが3日目、環2、環4は7日目であったが、環0.5、環1および無処理は7日間では達しなかった。人工乾燥から天然乾燥を行った3ヶ月後には、処理に関係なく20%まで低下した。天然乾燥の当初含水率は、環0.5、環1、環2、環4、葉枯らしおよび無処理はそれぞれ95%、91%、92%、89%、65%および100%であった。3ヶ月後は環4と葉枯らしで20%まで低下し、6ヶ月後に

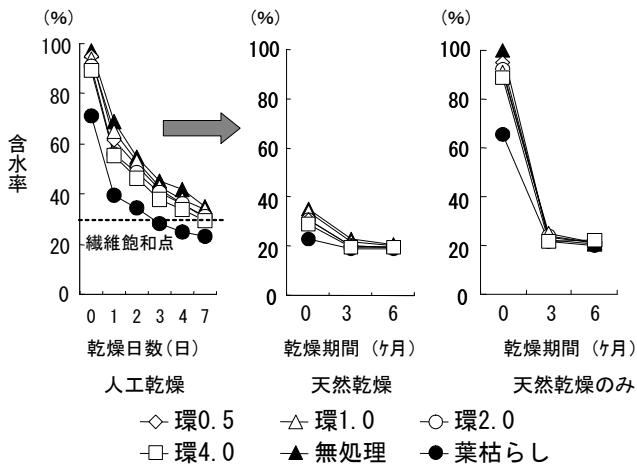


図-3 人天・天然乾燥の含水率低下

は全て20%まで低下した。寺澤(1994)によると、当初含水率が80%と100%では天然乾燥による日数の差は10日以上としていることから、両乾燥とも当初含水率が低いほど乾燥日数が短縮され、環4は葉枯らしより乾燥日数を要するが、無処理より短縮できると考えられた。

2005年9月処理材の人天乾燥と天然乾燥の6ヶ月後の処理毎の平均材面割れ長さを表-4に示す。総体的に人天乾燥の材面割れが天然乾燥よりも短かった。これは、小野・寺西・大前(2001)と同様な結果であった。また、両乾燥ともに割れ幅0.5mm以下に集中しており、特に0.2mm以下に全体の約50%の割れが集中した。また、割れ幅1mm以上の長さは、人天乾燥の環0.5、環1、環4

表-4 割れ幅別材面割れ長さ

幅 (mm)	環0.5m		環1m		環2m		環4m		葉枯らし		無処理	
	人天	天然	人天	天然	人天	天然	人天	天然	人天	天然	人天	天然
0.1	75	79	31	389	130	180	299	170	190	165	60	377
0.2	45	103	115	408	114	271	20	62	91	41	35	147
0.3	6	41	79	140	10	30	-	119	3	58	40	18
0.4	8	-	12	6	5	85	3	81	-	58	65	-
0.5	7	-	182	-	27	78	-	-	97	-	13	40
0.6	39	49	-	-	-	56	38	117	-	-	-	7
0.7	-	-	-	-	-	-	8	90	9	4	-	-
0.8	-	-	-	27	-	-	-	-	82	-	66	-
0.9	30	-	-	-	-	62	43	-	13	-	58	-
1.0	-	-	-	-	141	-	-	-	-	-	-	53
1.1	-	-	-	-	-	-	-	65	-	-	-	25
1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-
1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-	-	-
合計	210	272	419	970	427	762	411	704	603	326	380	742
1mm 以上	0	0	0	0	141	0	0	65	118	0	43	153

では発生しなかったが、環2、葉枯らしおよび無処理で天然乾燥より長く発生した。乾燥材の(財)日本住宅・木材技術センター(2002)による品質基準Aランクは、割れ幅1mm以上が欠点とされているので、品質面を重視した場合でも、人天乾燥は特に問題ないと判断された。

材面割れの発生箇所の割合を図-4に、正角材の水分傾斜を図-5に示す。両乾燥ともに両木口付近で50%以上の材面割れが発生した。また、正角材の内層、中層、外層の含水率は材中

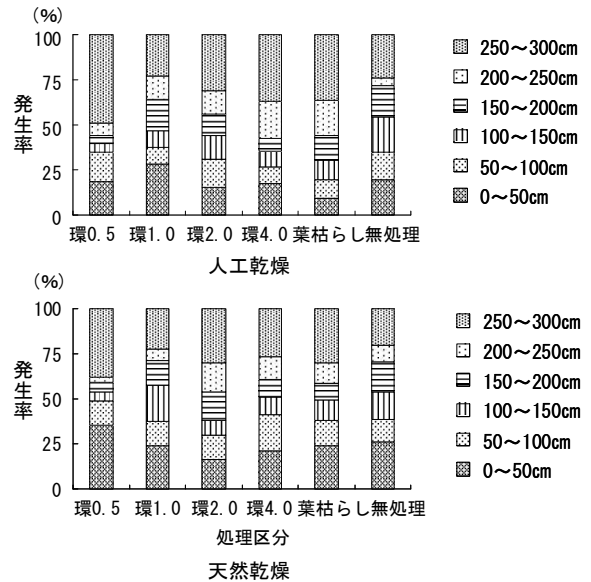


図-4 材面割れ発生箇所

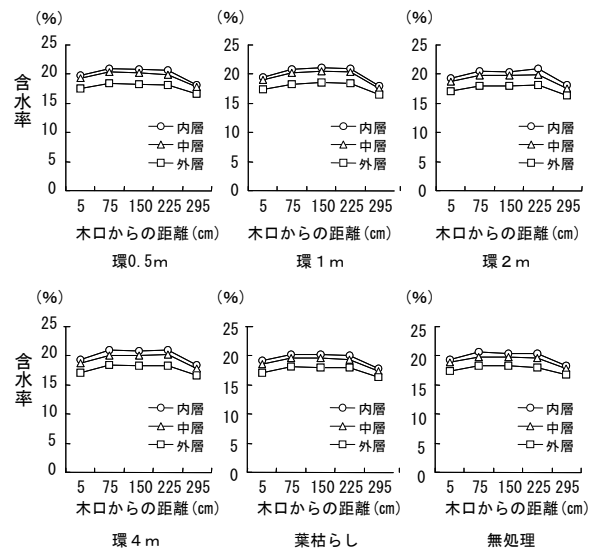


図-5 正角材の水分傾斜

中央よりも木口付近の方が低かった。このことが木口付近がより収縮し、割れが多く発生したものと推察された。

IV まとめ

2004年と2005年に乾燥の前処理として環状剥皮を行い、高品質な低コスト乾燥技術の開発に取り組んだ。その結果、4mの環状剥皮は葉枯らしに比べ効果は認められなかったものの、含水率の低下とバラツキが小さく、特に辺材部で顕著であった。4mの環状剥皮の人工乾燥日数は、葉枯らしより長く無処理材より短かった。人天乾燥の材面割れ長さは、天然乾燥より短く、品質面を重視した場合でも人天乾燥は特に問題ないと判断された。これらのことから、4mの環状剥皮の人天乾燥は無処理より効果は認められるが、低コスト乾

燥法としては、葉枯らしの人天乾燥がより有効であると考えられた。

V 引用文献

- 宮田弘明・吉井二郎・川島幹雄・貝川陽一（2005）
巻き枯らしによる間伐の作業時期の検討．高知県立森林技術センター第30号：147-150.
- 小野広治・寺西康浩・大前義則（2001）スギ柱材の低コスト乾燥法について．奈良県森林技術センター木材加工資料 No.30：1-5.
- 斉藤週逸（1991）葉枯らし乾燥．日本木材学会「スギ分科会」：45-49.
- 寺澤眞（1994）天然乾燥と貯木（木材乾燥のすべて，718pp，海青社，滋賀県）440-447.
- （財）日本住宅・木材技術センター（2002）品質・性能向上技術調査・開発事業報告書．104pp.